



Proyecto de Innovación

Convocatoria 2019/20

Nº de proyecto: 148

Título del proyecto:

TFG en Ingeniería Química: Un trampolín al mercado laboral

Nombre del responsable del proyecto: Marcos Larriba Martínez

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Ingeniería Química y de Materiales

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

En este proyecto, se pretende mejorar la empleabilidad de los estudiantes tras la realización del Trabajo Fin de Grado e incrementar la motivación de los mismos por el emprendimiento. Para ello, se propone realizar actividades por parte de agentes provenientes de la Industria Química y expertos en emprendimiento y herramientas digitales.

Este objetivo general se concretará en los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una descripción de los pasos necesarios para constituir una empresa para diseñar instalaciones industriales.
- Abordar el diseño detallado de una unidad o una instalación para el refinado del crudo de petróleo.
- Diseñar cada una de las secciones en las que se divide una refinería de Repsol y una planta química anexa de MAXAM.
- Redactar las memorias de TFG y presentar ante un tribunal dichos trabajos.
- Mejorar la empleabilidad de los estudiantes de cuarto curso de grado en Ingeniería Química al entrar en contacto con profesionales de grandes empresas del sector como Repsol, MAXAM, Técnicas Reunidas o Cepsa.
- Aumentar la formación de los estudiantes mediante la realización de charlas de profesionales y visitas guiadas a la industria química como metodología docente.
- Mejorar la motivación y ganas de superación de los estudiantes como consecuencia de la inclusión de un premio al TFG que obtenga una calificación más alta tras la defensa ante el tribunal.

Propuestas de valor del proyecto:

- Fomentar el emprendimiento y el autoempleo en los estudiantes. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), España se sitúa como el penúltimo país perteneciente a dicha asociación en la tasa de empresarios incipientes, únicamente por detrás de Bulgaria. Solo un 2,6% de las personas entre 18 y 64 años crean una empresa propia o compartida, estando este valor muy por debajo de la media europea que se sitúa en el 4%. A pesar de estos datos, el emprendimiento no se encuentra dentro de los contenidos formativos de la mayoría de titulaciones universitarias. Una de las principales carencias de los planes de estudio es la generación de emprendedores capaces de promover la creación de empresas que desarrollen nuevos productos o nuevas tecnologías de alto valor añadido. En este sentido se plantea, un caso práctico de desarrollo de actividad empresarial. El objetivo de la empresa constituida será diseñar una refinería. Como resultado de la consecución del

objetivo de la empresa se redactarán y presentarán los TFG de los estudiantes que participen en la misma.

- Incrementar la empleabilidad y favorecer la inserción en el mercado laboral de los recién titulados. Mediante la realización de actividades con personal especialista del sector químico, entrarán en contacto con sus futuros empleadores.

- Mejorar la visibilidad de los títulos universitarios y de las competencias adquiridas por los egresados en un entorno no académico, al participar en el proyecto varios profesionales del sector industrial. Este contacto de los estudiantes con profesionales servirá como preparación de los estudiantes para los procesos de selección laboral que realizarán en el futuro en las empresas del sector químico.

- Resolver problemas reales. Se plantea utilizar las competencias adquiridas durante el Grado en Ingeniería Química para diseñar una instalación con el asesoramiento de profesores y profesionales que trabajan en dichas instalaciones.

- Complementar la formación recibida mediante el Grado en Ingeniería Química mediante la visita a instalaciones industriales, en la que podrán comprobar la aplicación real de los conocimientos adquiridos.

- Inclusión de estudiantes de doctorado. Las tareas desarrolladas dentro del proyecto de innovación docente son complementarias a su formación investigadora. Dos de los estudiantes de doctorado participantes en el proyecto son contratados FPU (Formación del Profesorado Universitario) y dentro de los requisitos necesarios para la renovación de dichos contratos es la participación en actividades docentes.

- Optimización de la carga docente con el desarrollo de proyectos en los que se engloben los TFG de un grupo de varios estudiantes. Uno o varios profesores pueden asesorar sobre un tema concreto con un desarrollo más eficaz de su dedicación. La propuesta de muchos TFG de temática muy diferenciada implica una mayor dedicación por parte del profesor.

2. Objetivos alcanzados

De los objetivos inicialmente propuestos algunos se han tenido que modificar ligeramente adaptándolos a la docencia virtual debido a las circunstancias ocasionadas por el COVID-19. Pese a la situación sobrevenida, la gran mayoría de los objetivos planteados en la solicitud del proyecto se han podido alcanzar como se describen a continuación en mayor detalle:

- Se ha abordado el diseño detallado de una unidad o una instalación para el refino del crudo de petróleo o para la síntesis de productos petroquímicos similares a las ya existentes en la refinería de Repsol en Tarragona y a la planta química anexa a la refinería propiedad de MAXAM. Todos los estudiantes participantes en este proyecto de innovación docente han realizado el diseño de la unidad propuesta, siguiendo las directrices indicadas en la guía docente de la asignatura tanto en relación al contenido de los mismos como a la confección de las memorias que constituyen sus Trabajos Fin de Grado (<https://www.ucm.es/diq/trabajo-fin-de-grado>). Los estudiantes han empleado los conocimientos adquiridos en el Grado de Ingeniería Química bajo la tutela de los profesores participantes en el presente proyecto de innovación docente.
- Se les ha proporcionado a los estudiantes información mediante presentaciones virtuales de los pasos necesarios para constituir una empresa. Se ha hecho especial hincapié en las empresas de diseño de instalaciones industriales.
- Se ha mejorado la empleabilidad de los estudiantes participantes al entrar en contacto con profesionales de grandes empresas del sector como Repsol, MAXAM, Técnicas Reunidas o Cepsa. En este caso, la gran mayoría de actividades se han realizado a través del Campus Virtual debido a las circunstancias excepcionales. Pese a ello, los estudiantes han participado activamente consultando las presentaciones sobre emprendimiento y sobre la actividad de los ingenieros químicos en diferentes empresas industriales, que se han puesto a su disposición a través del Campus Virtual.
- Se ha aumentado la formación de los estudiantes mediante la realización de visitas a la industria química como metodología docente. En este caso, debido a las circunstancias, se han empleado vídeos y experiencias de realidad virtual que les han permitido descubrir en mayor detalle la estructura de las instalaciones industriales empleadas en el refino de petróleo y la producción de compuestos orgánicos. Si bien estaba planteada inicialmente la realización de una visita presencial a una refinería y una planta química en el mes de abril, la imposibilidad de realizarla debido al confinamiento se ha sustituido por estos materiales virtuales de alta calidad confeccionados por empresas del sector.
- Se ha incrementado la motivación de los estudiantes, ya que se hará entrega a modo de premio al estudiante con mejor calificación en su TFG del libro "*Perry's Chemical Engineers Handbook*", el manual de referencia del Ingeniero Químico.
- Los estudiantes de doctorado presentes en el proyecto han participado activamente en el desarrollo de las tareas y actividades.

3. Metodología empleada en el proyecto

La metodología empleada para el desarrollo y consecución de los objetivos planteados en este de innovación docente será la siguiente: Aprendizaje basado en la realización de proyectos.

Para lograr la consecución del objetivo general y de los objetivos específicos descritos anteriormente se ha empleado el siguiente plan de trabajo que será descrito en mayor detalle en la descripción de las actividades realizadas en el proyecto:

- Planteamiento del proyecto a desarrollar. Cada estudiante ha participado en reuniones individualizadas con sus tutores tanto en el planteamiento inicial del Trabajo Fin de Grado como en el desarrollo del diseño y la redacción de la memoria. Debido a las circunstancias derivadas del confinamiento por el COVID-19, las últimas reuniones se han realizado virtualmente.
- Asesoramiento especializado en constitución de empresas y emprendimiento. Se ha proporcionado a los estudiantes a través del Campus Virtual presentaciones sobre la metodología necesaria que requiere la constitución de una nueva empresa.
- Información sobre posibles fuentes de financiación tanto pública como privada para la constitución de nuevas empresas. A través del Campus Virtual se ha presentado a los estudiantes participantes en el Proyecto de Innovación docente las diferentes vías de obtención de financiación para nuevas empresas del sector.
- Conferencias y coloquios con profesionales de la Industria Química. Los miembros de empresas del sector industrial que participan en el proyecto han proporcionado presentaciones sobre la constitución de empresas y sobre las metodologías existentes para emprender.
- Curso de desarrollo de páginas web. Para incrementar los conocimientos de los estudiantes en el desarrollo de sitios web, se ha realizado un breve curso virtual sobre las diferentes opciones existentes en la actualidad.
- Visitas virtuales a plantas químicas y refinerías. En la propuesta inicial del proyecto estaba planteada la realización de una visita presencial a la planta de MAXAM y a la refinería de Repsol en Tarragona, pero las circunstancias sobrevenidas han hecho que hayan tenido que reemplazarse por visitas virtuales a diferentes instalaciones industriales mediante la visualización de vídeos y experiencias de realidad virtual.

4. Recursos humanos

El equipo docente participante está constituido por un Catedrático (José Antonio Delgado Dobladez), un Profesor Titular (Vicente Ismael Águeda) y un Profesor Ayudante Doctor (Marcos Larriba Martínez) como responsable del proyecto, que forman parte del Grupo de Catálisis y Operaciones de Separación de la UCM (ref. 910602).

Los integrantes del equipo son responsables de la docencia en asignaturas obligatorias del Grado en Ingeniería Química como Termodinámica Aplicada, Ingeniería Térmica, Mecánica de Fluidos, Simulación y Control de Procesos y Operaciones de Separación del Grado en Ingeniería Química, así como tutores de Trabajos de Fin de Grado y Trabajos Fin de Máster y directores de Tesis Doctorales.

Entre los miembros del equipo docente han tutorizado más de cien trabajos dirigidos entre Trabajos Fin de Grado, Proyectos Fin de Carrera y Trabajos Fin de Máster. La amplia experiencia del equipo docente en la dirección de TFG y su apuesta por la innovación docente ha resultado en una propuesta cuyo principal objetivo ha sido la mejora de la calidad del TFG optimizando los recursos docentes de la universidad y tratando de incrementar las competencias de los estudiantes en emprendimiento e inserción laboral.

Además de los profesores pertenecientes a la UCM, en este proyecto han participado tres miembros de grandes empresas del sector como MAXAM, Técnicas Reunidas y Cepsa. La participación de profesionales de grandes empresas del sector químico y la posibilidad de descubrir y diseñar en detalle instalaciones industriales por parte de los estudiantes de TFG supone una oportunidad muy valiosa para incrementar su empleabilidad y su motivación.

Además se han incluido en el equipo de trabajo un miembro del PAS, Jorge Sánchez, Técnico de aulas de informática que dispone de amplios conocimientos en desarrollo y diseño de páginas web. Su aportación en el proyecto ha sido sobresaliente y permite a los estudiantes desarrollar competencias importantes en la era digital.

En este proyecto además han participado son estudiantes de doctorado del programa de Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos: Daniel Aranda López, Gonzalo Pascual Muñoz, Dora Uribe Santos y Diego Rodríguez Llorente. Además en este proyecto también ha participado Andrés Cañada Barcala, actual estudiante del Máster en Ingeniería Química: Ingeniería de Procesos de la UCM, recién egresado del Grado en Ingeniería Química. Su aportación y experiencia como egresados ha sido fundamental para detectar los aspectos de mejora de las competencias adquiridas en la titulación y para enfrentar los problemas durante el desarrollo del TFG.

5. Desarrollo de las actividades

A continuación se describen las actividades que se han realizado dentro del proyecto de innovación docente.

1.- Presentación del proyecto a los estudiantes.

En octubre de 2019, se adjudicaron los Trabajos Fin de Grado a los estudiantes matriculados en la asignatura, realizando la elección por orden de expediente. Una vez que seleccionaron los temas que iban a abordar en su Trabajo Fin de Grado, se realizó una reunión con los estudiantes que habían elegido los TFGs propuestos por los profesores participantes en este proyecto para informarles sobre el contenido y los objetivos del proyecto y la descripción de los objetivos individuales de los estudiantes en cada uno de los TFGs.

2.- Tutorización individualizada de los TFGs.

A continuación, se realizaron reuniones individuales entre cada uno de los tutores y los estudiantes participantes en este proyecto con el objetivo de sentar las bases y los contenidos de los siguientes apartados que constituyen las memorias de los Trabajos Fin de Grado en el Grado en Ingeniería Química:

- a.- Introducción y objetivos
- b.- Estudio de viabilidad
- c.- Memoria técnica
- d.- Evaluación del impacto ambiental
- e.- Presupuesto
- f.- Bibliografía

A lo largo del curso se han realizado más reuniones individuales de los tutores con los estudiantes tanto por solicitud de los alumnos/as como por iniciativa de los tutores. A partir del mes de marzo, estas reuniones se sustituyeron por tutorías realizadas de forma virtual a través de correo electrónico, Campus Virtual y herramientas para videollamada como *Collaborate* y *Google Meet*. De esta forma se ha logrado que todos los estudiantes hayan seguido avanzando en sus Trabajos Fin de Grado pese a las circunstancias ya descritas.

3.- Formación sobre emprendimiento y obtención de financiación.

Para constituir una empresa y desarrollar una actividad empresarial existen gran cantidad de vías de financiación tanto pública como privada. Inicialmente estaban programadas dos charlas presenciales por expertos en emprendimiento y consultoría para los meses de marzo y abril. Sin embargo, debido a la imposibilidad de realizar estas actividades de forma presencial, se han sustituido por actividades a través del Campus

Virtual. Para ello, se han puesto a disposición de los estudiantes dos presentaciones sobre metodologías de obtención de financiación para pequeñas y medianas empresas y sobre diferentes metodologías actuales de emprendimiento. Asimismo, se han enviado a los estudiantes vídeos realizados por expertos en emprendimiento donde han descrito casos de éxito abordados en España recientemente. De esta forma, se ha logrado complementar la formación de los estudiantes en emprendimiento mediante la realización de actividades online a través del Campus Virtual, ya que la situación derivada del COVID-19 ha impedido el desarrollo de la idea inicial mediante charlas presenciales.

4.- Charlas con profesionales de la Ingeniería Química.

En este proyecto han participado dos antiguas estudiantes del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Complutense que trabajan actualmente en dos grandes empresas del sector de la Ingeniería Química y la Petroquímica. Además, ha participado un ingeniero senior de la empresa MAXAM. Los tres han puesto a disposición de los estudiantes su experiencia personal en las citadas empresas y han descrito su trayectoria laboral desde que terminaron la titulación de Ingeniería Química hasta la actualidad. Para transmitir toda esta información a los estudiantes participantes en el proyecto, se han realizado presentaciones a través del Campus Virtual.

5.- Formación sobre el desarrollo de páginas web.

Para mejorar la empleabilidad de los estudiantes se ha contado con la ayuda de Jorge Sánchez, Técnico de aulas de informática en la Facultad de Químicas, que dispone de amplios conocimientos en desarrollo y diseño de páginas web. Con su asesoramiento, se ha proporcionado a los estudiantes información sobre las diferentes metodologías de creación y mantenimiento de páginas webs. Se ha orientado fundamentalmente al desarrollo de sitios webs para pequeñas y medianas empresas para complementar así la información sobre emprendimiento proporcionada en las presentaciones descritas anteriormente en el punto 3.

6.- Visitas virtuales a plantas químicas y refinerías.

Como se ha descrito anteriormente, inicialmente estaba programada la realización de una visita presencial a la planta de MAXAM y a la refinería de Repsol en Tarragona, pero debido al estado de alarma y el confinamiento por el COVID-19 se ha reemplazado esta actividad por la realización de visitas virtuales a distintas refinerías y plantas de fabricación de compuestos químicos de base.

Para ello, se ha contado con el asesoramiento de los miembros participantes en el proyecto para localizar materiales que han sido empleados en la realización de estas visitas virtuales. Empleando vídeos, fragmentos de documentales y experiencias de realidad virtual, los estudiantes han podido descubrir las diferentes unidades que conforman una refinería de petróleo, partiendo del proceso de recepción y acondicionamiento del crudo, analizando la transformación en los diferentes productos

de la refinería y finalizando con el tratamiento de las aguas residuales producidas y el almacenamiento de los productos.

7.- Difusión de los resultados del proyecto.

Las actividades realizadas en este proyecto de innovación docente y en el proyecto 2018/171 se han presentado en forma de comunicación titulada “*Aprende a emprender: del TFG en el grado en Ingeniería Química al mercado laboral*” en el V Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, celebrado en Santiago de Compostela del 22 al 24 de enero de 2020. El póster presentado en dicho congreso de innovación docente se recoge en el apartado de anexos de la presente memoria.

6. Anexos

Se incluyen los títulos de los TFG y de los estudiantes que los han desarrollado. Una copia informatizada queda archivada en el departamento de Ingeniería Química y de Materiales.

TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE GRADO	ESTUDIANTE
Diseño de columna de destilación para separar butano/butenos	Silvia González Aguza
Diseño de la unidad de absorción de dióxido de carbono en planta de cogeneración	Sergio Argudo Santiago
Diseño de la unidad de separación de butano/butenos por adsorción	Diego Huber Benito
Diseño de una unidad de reacción para refinería para la obtención de ciclohexano a partir de benceno	Carlos Bernardez Casás
Diseño de unidad de destilación extractiva para refinería para la separación de propano y propileno	Beatriz García Sánchez
Diseño de unidad de extracción para refinería para la separación de tolueno y metilciclohexano	Antía Fernández Sanromán
Diseño de una unidad de adsorción para obtener hidrógeno	Adrián Belinchón Cordero
Diseño de una unidad de eliminación de sulfuro de hidrógeno por absorción	Rodrigo Benito Esperanza
Diseño de una unidad de purificación de etilenglicol por destilación	Luis García González
Diseño de un reactor para la producción de etilenglicol	Guillermo Rodríguez Marfil

El proyecto de innovación ha recibido financiación para el desarrollo del mismo. Se ha invertido principalmente en la adquisición de un ejemplar del libro *“Perry’s Chemical Engineers Handbook”* para su entrega al estudiante que obtenga una mejor calificación en su TFG.

Toda información sobre actividades del Proyecto de Innovación Docente ha quedado recogida en el siguiente espacio del campus virtual de la UCM:

<https://cv4.ucm.es/moodle/course/view.php?id=128045>

El resto de los fondos recibidos por el proyecto de innovación docente han sido destinados en la presentación de los resultados obtenidos en este proyecto en el V Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química, celebrado en Santiago de Compostela del 22 al 24 de enero de 2020. Para ello, se realizó la siguiente comunicación mediante la metodología de póster:

Aprende a emprender: del TFG en el Grado de Ingeniería Química al mercado laboral

Marcos Larriba, V. Ismael Águeda, Silvia Álvarez-Torrellas, José Antonio Delgado, Juan García, Gonzalo Pascual-Muñoz, Arkaitz Bengoa, Diego Rodríguez-Llorente, Andrés Cañada-Barcala, Jorge Sánchez
Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Universidad Complutense de Madrid



Introducción

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), España se sitúa como el penúltimo país perteneciente a dicha asociación en la tasa de empresarios incipientes, únicamente por detrás de Bulgaria. A pesar de estos datos, el emprendimiento no se encuentra dentro de los contenidos formativos de la mayoría de titulaciones universitarias. Asimismo, el libro blanco del Título de Grado de Ingeniería Química publicado por ANECA en 2005 recogió entre las Competencias Transversales Sistémicas la Iniciativa y el Espíritu Emprendedor. Con este proyecto de Innovación Docente, se ha buscado fomentar el emprendimiento en los estudiantes de último curso del Grado en Ingeniería Química matriculados en la asignatura de Trabajo Fin de Grado (TFG).

El TFG constituye el último contacto del estudiante con la universidad y no tiene temario ni docencia presencial reglada asignada. Con este proyecto se ha buscado que el TFG suponga el primer contacto con el mercado laboral y una oportunidad para incrementar su formación en emprendimiento. Para ello, se ha planteado la realización del TFG centrado en la resolución de un caso práctico real, lo que ha contextualizado la formación adquirida y permitido a los estudiantes adquirir competencias necesarias para su próxima inserción en el mercado laboral.

Metodología



Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación recibida de la UCM a través del programa INNOVA-DOCENCIA, con la concesión de los proyectos 2018/171 y 2019/148.

Conclusiones

Han participado estudiantes del grado en Ingeniería Química en el marco del proyecto de innovación docente, incrementando su formación en emprendimiento y su empleabilidad, mostrando un elevado grado de satisfacción con la metodología innovadora empleada.